

## STUDI PERENCANAAN DERMAGA BONGKAR MUAT BATU BARA DESA MARGA SARI KALIMANTAN SELATAN

Azizah Elyanti P.S (2110512025)

### ABSTRAK

Di propinsi Kalimantan Selatan, pelabuhan berperan strategis menunjang kegiatan arus lalu lintas transportasi angkutan laut dan sebagai penggerak dalam meningkatkan pertumbuhan perekonomian Kalimantan Selatan pada khususnya dan Indonesia Bagian Timur pada umumnya. Dari tahun ke tahun, pelabuhan mengalami peningkatan jumlah muatan yang signifikan khususnya untuk bongkar muat batu bara. Tapin Coal Terminal yang berada di Desa Margasari Kabupaten Rantau ini adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang tambang batu bara, dimana didalamnya terdapat beberapa perusahaan yang berkerja sama disana bersama. Lokasi Desa Margasari dipilih karena strategis baik dari arah darat maupun perairan laut, dengan akses terbaik terhadap jaringan jalan dan sistem utilitas lain. Dengan di bangunnya Tapin Coal Terminal ini diharapkan agar pembangunan dermaga sesuai dengan fungsinya dan menunjang proses kelancaran bongkar muat.

Prosedur perencanaan dermaga secara umum adalah sebagai berikut : Penentuan ukuran dermaga dan *layout* yang digunakan. Penentuan *layout* balok, posisi tiang pancang, posisi dilatasi antar blok dermaga, lokasi fasilitas lain misal : *bollard* dan *fender*. Penentuan asumsi dimensi masing-masing bagian struktur, yaitu plat, balok, tiang pancang dsb. Penentuan beban yang bekerja pada masing-masing bagian struktur, setelah terlebih dahulu ditentukan kebutuhan ukuran *fender* dan *bollard*. Perhitungan kekuatan struktur dari masing-masing bagian struktur termasuk penulangan plat, balok, *poer* dsb. Pengecekan terhadap stabilitas struktur secara keseluruhan.

Dari hasil perhitungan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: peninjauan topografi daerah Di Sungai Negara yang ada di Bangun Pelabuhan Tapin Coal Terminal dan jenis kapal yang akan dilayani serta berdasarkan tanah dasar yang di uji, maka dalam perencanaan ini dipilih dermaga tipe pier atau jetty. Setelah perhitungan energi tumbukan yang timbul dapat ditentukan, selanjutnya dilakukan pemilihan type *Fender Rubbing Material V500 H, 1000L r*. Maka bila energy fender 93 kN.m, dalam kondisi terkritis fender harus mampu menerima energy  $93 \text{ kN.m} / 0,427 \text{ m} = 217,799 \text{ kN.m}$ . yaitu saat tidak semua fender mengenai badan kapal. Untuk Ef yang ditimbulkan akibat tumbukan bulk coal cargo ship 10.000 DWT dalam kondisi kritis sebesar 217,799 kN.m maka tipe fender yang dapat dipilih adalah bentuk dengan data-data sebagai berikut : Energi fender = 222 kN-m > 217,799 kN.m . Reaksi fender = 529 kN = 52,9 ton Berat fender = 325 kg/m Defleksi = 52,5 % . Tinggi fender = 500 mm . Panjang fender = 1.75 m

**Kata Kunci** : Dermaga, bongkar muat batu bara, jetty

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

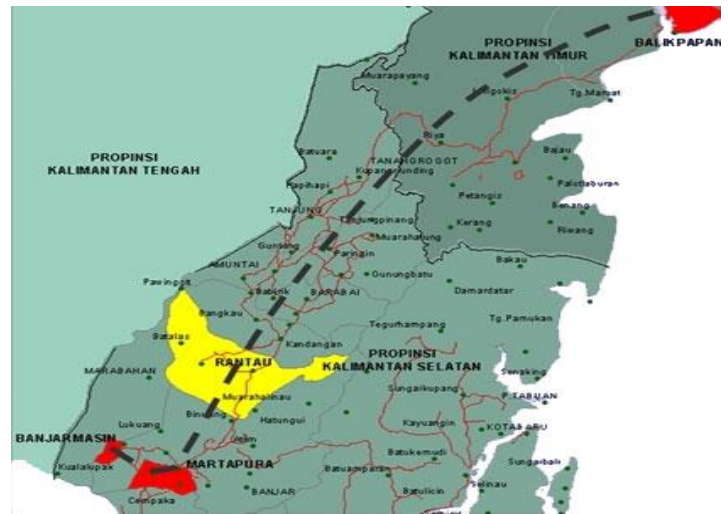
Di propinsi Kalimantan Selatan, pelabuhan berperan strategis menunjang kegiatan arus lalu lintas transportasi angkutan laut dan sebagai penggerak dalam meningkatkan pertumbuhan perekonomian Kalimantan Selatan pada khususnya dan Indonesia Bagian Timur pada umumnya. Dari tahun ke tahun, pelabuhan mengalami peningkatan jumlah muatan yang signifikan khususnya untuk bongkar muat batu bara.

Tapin Coal Terminal yang berada di Desa Margasari Kabupaten Rantau ini adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang tambang batu bara, dimana didalamnya terdapat beberapa perusahaan yang berkerja sama disana bersama. Lokasi Desa Margasari dipilih karena strategis baik dari arah darat maupun perairan laut, dengan akses terbaik terhadap jaringan jalan dan sistem utilitas lain.

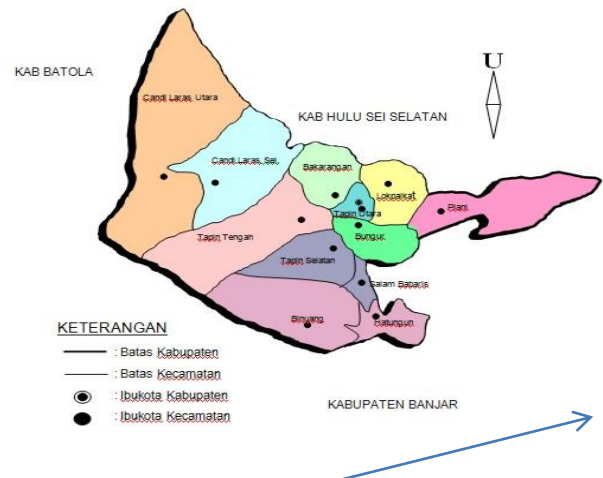
PT. Tapin Coal Terminal merasa perlu membangun sebuah pelabuhan untuk bongkar muat batu bara untuk kelancaran kegiatan tersebut dimana nantinya pelabuhan ini akan berperan sangat penting untuk kelancaran pengiriman batu bara ke tempat yang dituju.

Jetty adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang akan melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang yang merupakan suatu struktur yang dibuat di laut yang menghubungkan bagian darat. Jetty sebagai tempat loading pengangkutan batu bara dan fender serta alat tamatnya. Oleh sebab kegiatan ini dirasa perlu dibahas dan dianalisa agar tidak menimbulkan permasalahan dan memberikan dampak yang merugikan bagi masyarakat yang berada di sekitar proyek pekerjaan ini. Dengan adanya pembangunan Tapin Coal Terminal ini, maka dibutuhkan suatu desain struktur jetty dan perencanaan tebal perkerasan

yang memenuhi standard yang ada dan dapat dilaksanakan di lapangan



Lokasi Penelitian



Lokasi Perencanaan Tapin Coal Terminal

Pada perencanaan jetty Tapin Coal Terminal digunakan beberapa metode dan perhitungan yang bersumber dari beberapa referensi yang terkait dengan jenis proyek ini dan di dasarkan pada kondisi riil di lapangan. Studi Pustaka dimaksudkan agar dapat memperoleh hasil perencanaan yang optimal dan akurat. Dalam bab ini akan dibahas dasar-dasar perencanaan pelabuhan Tapin Coal Terminal.

### Rumusan Masalah

1. Bagaimana memilih tipe struktur yang cocok di daerah lokasi studi yang sesuai dengan karakteristik kapal serta pengaruh gelombang terhadap struktur dermaga?
2. Berapa perhitungan Pembebanan dari Perencanaan detail struktur jetty (fender dan boulder, pelat, balok, poer, dan tiang pancang ?
3. Bagaimana uji stabilisasi terhadap gaya tarik dan gaya geser. Apakah sudah memenuhi syarat?

### Tujuan Dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi *layout* daratan yang di dapat dari PT. Tapin Coal Terminal dimana Lokasi Jetty telah di tentukan.
2. Membuat perhitungan pembebanan untuk Perencanaan detail strulturn Jetty (*fender* dan *boulder*, pelat, balok, *poer*, dan tiang pancang).
3. Perencanaan perkerasan dengan *British Standart*.

Adapun manfaat perencanaan Dermaga ini adalah :

Dengan di bangunnya Tapin Coal Terminal ini diharapkan agar pembangunannya, serta sesuai dengan fungsinya nanti, yaitu menunjang kelancaran proses bongkar muat batu bara

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Macam-macam pelabuhan

Pelabuhan mempunyai arti yang luas, diantaranya :

##### a. Menurut Undang-Undang No. 51 Tahun 2011 tentang Terminal Khusus dan Terminal Untuk Kepentingan Diri Sendiri

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan

disekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandarberlabuh, naik turun penumpang maupun bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjangpelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar modatransportasi.

##### b. Menurut Ensiklopedia Indonesia

Pelabuhan adalah tempat kapal berlabuh (membuang sauh). Pelabuhanmodern cukup dilengkapi dengan los-los dan gudang besar, besertapangkalan, *dok* dan *crane* yang kuat untuk membongkar dan memuatperbekalan, batubara dan lain-lain.

##### c. Menurut Bambang Triatmodjo

Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindung terhadapgelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga di mana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang.*Crane* untuk bongkar muat barang, gudang laut dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang di mana barangbarangdapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pengapalan.

#### Dermaga

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik turunkan penumpang. Dimensi dermaga didasarkan pada jenis dan ukuran kapal yang merapat dan bertambat pada dermaga tersebut. Penentuan *lay out* dari dermaga dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek. Dalam perencanaan pelabuhan harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Penyediaan fasilitas dasar pelabuhan penumpang dan barang.

- Tersedianya ruang gerak yang luas bagi kapal di dalam pelabuhan.
- Alur yang baik untuk memudahkan kapal keluar masuk pelabuhan.
- Tersedianya fasilitas pendukung seperti air bersih, BBM, dll.
- Mempunyai jaringan angkutan darat yang mudah dengan daerah pendukungnya.

Dermaga dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu *wharf* atau *quai* dan *jetty* atau *pier*. *Wharf* adalah dermaga yang paralel dengan pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. *Wharf* juga dapat berfungsi sebagai penahan tanah yang ada dibelakangnya. Sedangkan *jetty* atau *pier* adalah dermaga yang menjorok ke laut. Berbeda dengan *wharf* yang digunakan untuk merapat satu sisinya, *jetty* dapat digunakan pada satu sisi atau dua sisinya, yang biasanya sejajar dengan pantai dan dihubungkan dengan daratan oleh jembatan yang biasanya membentuk sudut tegak lurus dengan *jetty*, sehingga *jetty* dapat berbentuk T, L atau Jari.

*Jetty* adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang akan melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang yang merupakan suatu struktur yang dibuat di laut yang menghubungkan bagian darat dan terdiri dari bangunan atas yang terbuat dari balok, pelat lantai dan tiang pancang yang mendukung bangunan diatasnya

Konstruksi *jetty* diperlukan untuk menahan gaya-gaya akibat tumbukkan kapal dan beban selama bongkar muat. Dimensi *jetty* didasarkan pada jenis dan ukuran kapal yang akan merapat dan bertambat pada *jetty* tersebut. Dalam mempertimbangkan ukuran *jetty* harus didasarkan pada ukuran-ukuran minimal sehingga kapal dapat bertambat dan meninggalkan *jetty* maupun melakukan bongkar muat dengan aman, cepat dan lancar.

Pada tahap perencanaan ini, perlu dilakukan tinjauan pustaka untuk mengetahui gambaran perencanaan dan perhitungan yang dipakai untuk merencanakan *Coal unloading jetty* (*jetty* untuk bongkar batubara), *Coal unloading system* (sistem bongkar batubara), *Access bridge trestle* (jembatan penghubung), *Fender* dan alat penambat (*bollard*), di samping juga untuk mengetahui dasar-dasar teorinya.

Pada perencanaan *jetty* tersebut digunakan beberapa metode dan perhitungan yang bersumber dari beberapa referensi yang terkait dengan jenis proyek ini dan di dasarkan pada kondisi riil di lapangan. Studi Pustaka dimaksudkan agar dapat memperoleh hasil perencanaan yang optimal dan akurat. Dalam bab ini akan dibahas dasar-dasar perencanaan pelabuhan Tapin Coal Terminal.

Dalam perencanaan pembangunan pelabuhan ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan sehubungan dengan kondisi lapangan yang ada, antara lain :

- Topografi dan situasi
- Angin
- Pasang surut
- Gelombang
- Kondisi tanah
- Karakteristik kapal

Faktor-faktor tersebut harus sudah diperhitungkan dengan tepat untuk menghasilkan perencanaan pelabuhan yang benar-benar baik.

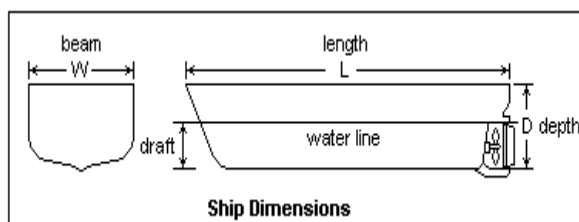
### Konstruksi Jetty

Untuk melindungi alur pelayaran dan mengatasi masalah *transport sediment* pada alur pelayaran di kawasan Sungai Negara ini, maka direncanakan menggunakan konstruksi *jetty* panjang, dimana dalam perencanaan *jetty* perlu

diperhatikan agar pemanfaatannya sesuai dengan kepentingan (perencanaan). Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan tersebut adalah :

- Kondisi lapangan, yaitu kondisi spesifik alam yang ada seperti topografi, bathimetri, gelombang, angin, pasang surut, kondisi tanah dan sebagainya.

Karakteristik kapal, yaitu spesifikasi jenis kapal yang akan dilayani yang meliputi: bobot kapal, panjang kapal, lebar kapal dan *draft* kapal



### Perencanaan Dermaga

Pada perencanaan harus dipertimbangkan semua aspek yang mungkin akan berpengaruh baik pada saat pelaksanaan konstruksi maupun pada saat pengoperasian dermaga. Penggunaan peraturan dan persyaratan-persyaratan dimaksudkan untuk memperoleh desain yang memenuhi syarat keamanan, fungsi dan biaya konstruksi.

Persyaratan dari desain dermaga pada umumnya mempertimbangkan lingkungan, pelayanan konstruksi, sifat-sifat material dan persyaratan-persyaratan sosial. Elemen-elemen yang dipertimbangkan dalam perencanaan dermaga antaralain:

#### a. Fungsi

Fungsi dermaga berkaitan dengan tujuan akhir penggunaan dermaga, apakah untuk melayani penumpang, barang atau untuk keperluan khusus seperti untuk melayani transportasi minyak dan gas alam cair.

#### b. Tingkat kepentingan

Pertimbangan tingkat kepentingan biasanya menyangkut adanya sumberdaya

yang bernilai ekonomi tinggi yang memerlukan fasilitas distribusi atau menyangkut sistem pertahanan nasional.

#### c. Umur (*life time*)

Pada umumnya umur rencana (*life time*) ditentukan oleh fungsi, sudut pandang ekonomi dan sosial untuk itu maka harus dipilih material yang sesuai sehingga konstruksi dapat berfungsi secara normal sampai umur yang direncanakan. Terlebih lagi untuk konstruksi yang menggunakan desain kayu atau baja yang cenderung untuk menurun kemampuan pelayanannya akibat adanya kembang susut ataupun korosi, maka umur rencana harus ditetapkan guna menjamin keamanan konstruksinya.

#### d. Kondisi lingkungan

Selain gelombang, gempa, kondisi topografi tanah yang berpengaruh langsung pada desain, juga harus diperhatikan pengaruh adanya konstruksi terhadap kualitas air, kehidupan hewan dan tumbuh-tumbuhan serta kondisi atmosfer sekitar.

#### e. Beban-beban yang bekerja

#### f. Material yang digunakan

#### g. Faktor keamanan

Faktor keamanan berlaku sebagai indeks yang mewakili keamanan desain suatu struktur, bermanfaat untuk mengkompensasikan ketidakpastian dalam desain yang biasanya terjadi akibat kurangnya ketelitian dan *human error* dalam desain dan pelaksanaan konstruksi.

#### h. Periode konstruksi

#### i. Biaya konstruksi

#### j. Biaya perawatan

### Pemilihan Tipe Dermaga

Dalam perencanaan dermaga pertimbangan-pertimbangan pokok yang diperlukan pada pemilihan tipe dermaga secara umum adalah:

#### 1. Tinjauan topografi

Tinjauan topografi daerah yang akan dibangun dermaga sangat penting dilakukan karena berkaitan dengan keamanan, efektifitas, kemudahan proses pengerjaan dan faktor ekonomis.

## 2. Jenis kapal yang dilayani

Jenis kapal yang dilayani berkaitan dengan dimensi dermaga yang direncanakan. Selain itu juga aktifitas yang mungkin harus dilakukan pada proses bongkar muat dan peruntukan dermaga akan mempengaruhi pertimbangan pemilihan tipe dermaga. Dermaga yang akan melayani kapal minyak (*tanker*) dan kapal barang curah mempunyai konstruksi yang ringan dibanding dengan dermaga barang potongan (*general cargo*), karena dermaga tersebut tidak memerlukan peralatan bongkar muat yang besar (*crane*), jalan kereta api, gudang-gudang dan sebagainya. Untuk melayani kapal tersebut, biasanya penggunaan *pier* dipandang lebih ekonomis. Untuk keperluan melayani kapal *tanker* atau kapal barang curah yang sangat besar biasanya dibuat tambatan lepas pantai dan proses bongkar muat dilakukan menggunakan kapal yang lebih kecil atau tongkang dan barang akan dibongkar di dermaga tepi pantai yang berukuran relatif lebih kecil.

## 3. Daya dukung tanah

Kondisi tanah sangat menentukan dalam pemilihan tipe dermaga. Pada umumnya tanah di dekat dataran memiliki daya dukung yang lebih besar daripada tanah di dasar laut. Dasar laut umumnya terdiri dari endapan lumpur yang padat. Ditinjau dari daya dukung tanah, pembuatan *wharf* akan lebih menguntungkan. Tapi apabila tanah dasar berupa karang, pembuatan *wharf* akan

mahal karena untuk mendapatkan kedalaman yang cukup di depan *wharf* diperlukan pengerukan yang besar. Dalam hal ini pembuatan *jetty* akan lebih ekonomis karena tidak diperlukan pengerukan dasar karang. Dengan mempertimbangkan letak dermaga yang berada di perairan.

## Perencanaan Konstruksi Dermaga

Dermaga curah batubara ini direncanakan menggunakan konstruksi beton. Pada perhitungan konstruksi dermaga ini dipilih dengan pertimbangan :

- 1) Pada struktur di perairan, harus dihindarkan terjadinya retak agar tulangan struktur terhindar dari korosi.
- 2) terjadinya beban lebih (*overload*) pada bangunan di perairan lebih sering terjadi, baik akibat beban luar (arus, gelombang, dan pasang surut) maupun bebangempa.

Prosedur perencanaan dermaga secara umum adalah sebagai berikut :

1. Penentuan ukuran dermaga dan *layout* yang digunakan.
2. Penentuan *layout* balok, posisi tiang pancang, posisi dilatasi antar blok dermaga, lokasi fasilitas lain misal : *bollard* dan *fender*.
3. Penentuan asumsi dimensi masing-masing bagian struktur, yaitu plat, balok, tiang pancang dsb.
4. Penentuan beban yang bekerja pada masing-masing bagian struktur, setelah terlebih dahulu ditentukan kebutuhan ukuran *fender* dan *bollard*.
5. Perhitungan kekuatan struktur dari masing-masing bagian struktur termasuk penulangan plat, balok, *poer* dsb
6. Pengecekan terhadap stabilitas struktur secara keseluruhan.



7. Pembuatan detail gambar sesuai dengan perhitungan yang didapatkan. Apabila saat pengecekan/kontrol stabilitas tidak memenuhi persyaratan makaperhitungan harus diulangi lagi mulai langkah ketiga

## METODE

### Analisis Data Angin

Data angin yang diperlukan adalah data arah dan kecepatan angin. Data tersebut didapatkan dari Badan Meteorologi dan Geofisika Landasan Ulin Banjarbaru, yaitu 10 data dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2011. Sebagai contoh data-data tersebut dapat diuraikan dalam tabel yang terlampir.

### Analisis Data Gelombang

Perhitungan tinggi gelombang dengan *fetch* Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan gelombang angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Dari data angin yang telah diolah didapat hasil angin dominan berhembus dari arah Barat Daya dengan kecepatan maksimal sebesar 18 knot. Besarnya *fetch* dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

Keterangan :

$F_{eff}$  : Fetch rerata efektif

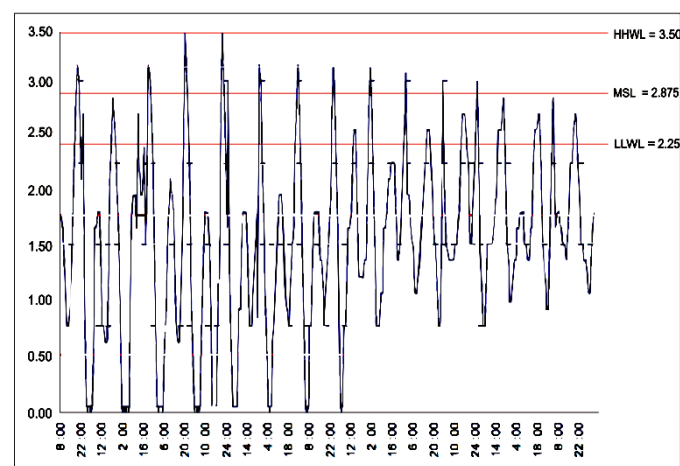
$X_i$  : Panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch

$\alpha$  : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan  $5^\circ$  sampai sudut sebesar  $45^\circ$  pada kedua sisi dari arah angin.

## Analisis Data Pasang Surut

Data pasang surut sangat penting di dalam perencanaan dermaga. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) dapat mempengaruhi perencanaan dermaga terutama pada saat akan menentukan elevasi dermaga. Data yang diperlukan berupa muka air tinggi rerata (MHWL), tinggi muka air rerata (MSL) dan muka air rendah terendah (MLWL). Data pasang surut untuk perencanaan dermaga ini didapat dari pengamatan di lapangan selama 15 hari pada bulan Desember tahun 2011. (Terlampir).

Dari data pasang surut dapat dibuat kurva pasang surut. Berikut disajikan kurva pasang surut untuk bulan Desember 2011 seperti berikut :



**Gambar Kurva pasang surut Bulan Desember 2011 (PT. Wiratman & Associates)**

Dalam perencanaan dermaga, bangunan diambil berdasarkan asumsi titik ikat BMT AI +2,019 m terhadap LLWL. Dengan acuan tersebut maka elevasi pasang surut diasumsikan +0,00 dari LLWL, namun berdasarkan pengukuran di lapangan oleh PT. Wiratman sehingga di dapatkan nilai elevasi sebagai berikut :

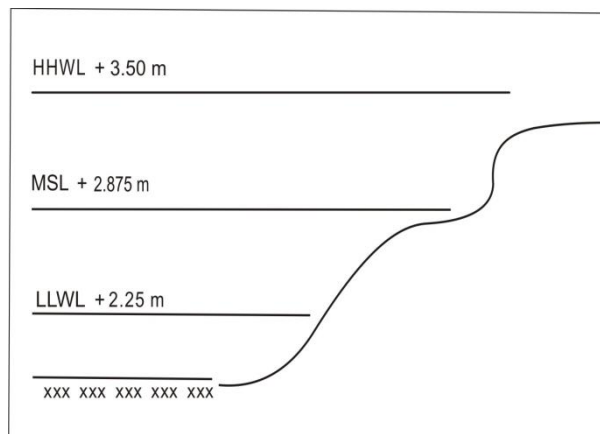
Tinggi muka air tertinggi HHWL = 3.50 m

Tinggi muka air rata-rata MSL = 2.875 m

Tinggi muka air terendah LLWL = 2.25 m

Hasil perhitungan di atas dapat digunakan sebagai pedoman dalam

penentuan elevasi bangunan. Elevasi-elevasinya dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar** Elavasi Data pasang surut

### Analisis Data Mekanika Tanah Dan Daya Dukung

Pekerjaan Soil Investigation ini dilakukan pada 5 buah titik, yaitu titik BH-1, BH-2, BH-3, BH4, dan titik BH-5. Tes – tes yang dilakukan mencakup :

- Deep Bore Hole sebanyak 5 (lima) titik.
- Pengujian SPT (Standart Penetration Test) Per 2 Meter.

#### a. Pengeboran (Core Drilling) dan SPT

Pengeboran dimaksudkan untuk pengambilan sample disturbed dan undisturbed sekaligus untuk mengetahui profil/stratigrafi lapisan tanah serta pengujian SPT pada setiap kedalaman yang diinginkan.

Pengujian SPT (Standard Penetration Test) ini dimaksudkan untuk mengetahui kekerasan setiap sub lapisan tanah yang dikorelasikan dengan jumlah pukulan untuk setiap pentrasi 12 inchi (dihitung 2 x 6 inch terakhir).

**Tabel Korelasi SPT**

Pasir		Tanah lempung atau lanau	
Nilai N	Kepadatan relative	Nilai N	Konsistensi
0 – 4	Sangat lepas	0 – 2	Sangat lunak
4 – 10	Lepas	2 – 4	Lunak
10 – 30	Medium	4 – 8	Sedang
30 – 50	Padat	8 – 15	Kaku
> 50	Sangat padat	15 – 30	Sangat kaku
		> 30	Keras

Kedalaman (m)	Deskripsi	N-SPT	Klasifikasi
0.00 – 11.00	Lempung	0	Sangat lunak
11.00 – 13.00	Lempung berpasir	0	Sangat lunak
13.00 – 26.00	Lempung	0 – 1	Sangat lunak
26.00 – 36.50	Lempung berpasir halus	8 – 13	Kaku
36.50 – 40.00	Pasir	40 – 43	Padat
40.00 – 44.00	Pasir halus berlempung	12 – 14	Sedang
44.00 –	Lempung	14	Kaku



44.80			
44.80 – 45.30	Organik	14	Kaku
45.30 – 48.00	Pasir	16	Sedang
48.00 – 56.00	Pasir halus berlempung	42 > 50	Padat

(Sumber PT Kalimantan Soil Engineering)

**Tabel.** Deskripsi sub lapisan tanah hasil SPT pada titik BH-1

Kedalaman (m)	Deskripsi	N-SPT	Klasifikasi
0.0 – 24.30	Lempung	0	Sangat lunak
24.30 – 28.00	Lempung	18	Sangat kaku
28.00 – 29.00	Pasir halus berlempung	14	Sedang
29.00 – 30.00	Lempung berpasir	22	Sangat kaku
30.00 – 40.00	Pasir halus berlempung	22 – 36	Sedang hingga padat
40.00 – 44.00	Pasir halus	30	Padat
44.00 – 48.00	Pasir halus berlempung	14	Kaku
48.00 – 50.00	Lempung	14	Kaku
50.00 – 54.00	Lempung pasir	20 – 23	Sangat kaku
54.00 – 55.30	Pasir halus berlempung	19	Sedang
55.30 –	Organik	19	Sangat

56.00			
56.00 – 58.00	Lempung berpasir	21	Sangat kaku
58.00 – 60.00	Pasir halus berlempung	18	Sedang
60.00 – 64.00	Lempung berpasir	17 – 19	Sangat kaku
64.00 – 65.00	Pasir halus berlempung	19	Sedang
65.00 – 66.00	Organik	43	Keras
66.00 – 72.00	Pasir halus berlempung	43 – > 50	Padat

(Sumber PT Kalimantan Soil Engineering)

**Tabel** Deskripsi sub lapisan tanah hasil SPT pada titik BH-2

## PEMBAHASAN

Hasil pekerjaan penyelidikan tanah pada proyek Civil Work Tapin Coal Terminal Kalimantan Selatan yang berlokasi di Kalimantan Selatan didapatkan hasil :

Secara umum kondisi tanah pada lokasi proyek ini terdiri dari 2 (dua) lapisan tanah yaitu lapisan lempung dan lapisan berpasir. Tanah lapisan lempung merupakan lempung dengan konsistensi yang sangat lunak hingga lunak sampai kedalaman 25.0 m, lapisan selanjutnya merupakan lempung dengan konsistensi sedang hingga kaku.

Dibawah lapisan lempung kaku merupakan lapisan pasir dengan kepadatan medium dan lapisan tanah keras (lapisan pasir padat) terdapat pada kedalaman bervariasi yaitu antara 52.0 m hingga 66.0 m.

Hasil pengujian properties fisis dan mekanis di laboratorium menunjukkan tanah pada kedalaman <25.0m merupakan tanah yang mempunyai daya dukung sangat rendah dengan nilai  $q_u < 0.5 \text{ kg/cm}^2$  (tanah lunak), menganung sedikit organik, dan mempunyai angka pori sangat besar > 2 sehingga potensi penurunan sangat besar dan termasuk tanah lanau kelempungan berpasir dengan plastisitas tinggi.

Pada kedalaman >25.0 m mempunyai daya dukung yang cukup baik, nilai parameter berat volume ( $\gamma$ ) dan Berat jenis ( $G_s$ ) juga cukup baik, angka pori < 1 dan termasuk tanah lanau kelempungan berpasir dengan plastisitas medium.

Untuk konstruksi pondasi disarankan menggunakan pondasi tiang pancang press tressed. Dapat digunakan pondasi tiang dimensi  $\varnothing 400 \text{ mm}$ ,

Analisis penurunan dilakukan pada titik BH-4 karena kondisi tanahnya dianggap paling kritis dari pada titik bor yang lain. Dari hasil analisis, apabila dilakukan penambahan beban diatas tanah sebesar  $10 \text{ t/m}^2$  akan menjadi penurunan sebesar 2.8 m, apabila beban diatas tanah sebesar  $30 \text{ t/m}^2$  akan terjadi penurunan sebesar 4.9 m, dan apabila beban diatas tanah sebesar  $50 \text{ t/m}^2$  akan terjadi penurunan sebesar 6.0 m. Berikut grafik hubungan antara beban dan penurunan pada titik BH-4.

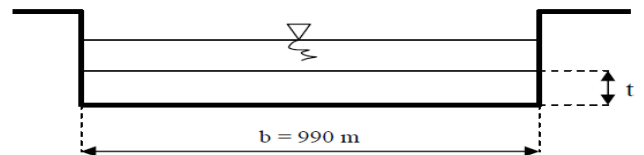
### Sedimentasi

Total angkutan sedimen di hilir sungai Barito diperkirakan per tahun adalah  $\pm 11$  juta ton (*Sumber : Balai Penyelidikan Sungai*). Untuk menentukan tebal pengendapan sedimen yang terjadi di sungai Barito dapat menggunakan data sebagai berikut :

1.  $\gamma$  sedimen = 1,216 ton/m<sup>3</sup>  
(disamakan dengan  $\gamma$  tanah pada

kedalaman 0,5 m – 1,0 m di lokasi sekitar dermaga).

2. Lebar sungai Asumsi = 990 m
3. Asumsi panjang sungai dari hilir ke dermaga = 26,35 km
4. Penampang sungai diasumsikan sebagai penampang persegi



$$\gamma = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{\gamma}$$

$$v = \frac{11000000}{1.216} = 9046052,632 \text{ m}^3$$

$$v = b \times t \times l$$

$$t = \frac{v}{b \times l} = \frac{9046052,632}{990 \times 26350} = 0,348 \text{ m}$$

Dimana:

$\gamma$  = berat jenis sedimen ( ton/m<sup>3</sup>)

m = massa sedimen (ton)

v = volume sedimen (m<sup>3</sup>)

b = lebar sungai ( m )

l = panjang sungai ( m )

t = tebal sedimentasi (m)

Berdasar hitungan diatas dapat diperoleh tinggi pengendapan sedimen yang terjadi di sungai Barito yaitu 0,348 m.

### Data Kapal

Data kunjungan kapal di Pelabuhan KPP Banjarmasin, yang berdekatan dengan Pelabuhan Tapin Coal Terminal tercatat sampai bulan Juli 2011 dapat dilihat pada tabel. Adapun Kapal yang mampu bertambat pada pelabuhan batubara milik Tapin Coal Terminal ini adalah kapal tongkang pengangkut batubara (bulk coal barge) yang berkapasitas 1.200 DWT, 5.000 DWT sampai 10.000 DWT .

Kedalaman bobot kapal yang tenggelam dari OCDA tahun 2002 adalah sebagai berikut :

Bobot	Kedalaman (m)	Bobot	Kedalaman (m)
Kapal Barang (DWT)		Kapal Minyak (DWT)	
1,000	4.5	1,000	4.5
2,000	5.5	2,000	5.5
3,000	6.5	3,000	6.5
5,000	7.5	5,000	7.5
10,000	9.0	10,000	9.0
12,000	10.0	15,000	10.0
18,000	11.0	20,000	11.0
30,000	12.0	30,000	12.0
40,000	13.0	50,000	14.0
55,000	14.0	70,000	16.0
70,000	15.0	90,000	17.0
90,000	16.0	Kapal Ro-Ro (DWT)	
100,000	17.0	700	4.5
150,000	19.0	1,500	5.5
Kapal Container (DWT)		2,500	6.5
30,000	12.0	4,000	7.5
40,000	13.0	6,000	7.5
50,000	14.0	10,000	7.5
60,000	15.0	Kapal Barang Curah (DWT)	
Kapal Penumpang (GT)		10,000	9.0
500	3.5	15,000	10.0
1,000	4.0	20,000	11.0
2,000	4.5	30,000	12.0
3,000	5.0	40,000	12.5
5,000	6.0	50,000	13.0
8,000	6.5	70,000	15.0
10,000	7.0	90,000	16.0
15,000	7.5	100,000	18.0
20,000	9.0	150,000	20.0
30,000	10.0		

Sumber: OCDA, 2002

#### Tabel Data Karakteristik kedalaman Kapal

#### Perencanaan Dermaga

Plat lantai dermaga : 40 cm  
Elevasi dermaga : + 4,50 LWS

#### Data Spesifikasi Bahan Beton dan Baja

##### Beton Bertulang : Mutu K-300

Kuat tekan  $f'_c = 30$  MPa

Modulus rupture  $f_r (0.75 \times \sqrt{f'_c})$   
= 4.108 MPa

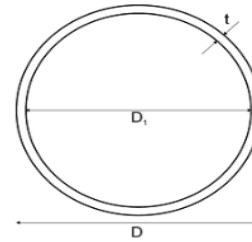
Modulus Young ( $E_c$ ) = 25.700 MPa

##### Baja Tulangan :

Diameter  $\geq 12$  mm (BJTD-40),  $f_y = 400$  MPa

Diameter  $< 12$  mm (BJTD-24),  $f_y = 240$  MPa

##### Tiang Pipa Baja



Gambar Dimensi Tiang Pancang

#### Dimensi Tiang :

Diameter (D) : 609 mm

Tebal (t) : 12 mm

Luas (A) : 225,3 cm<sup>2</sup>

Momen Inersia (I) : 101000 cm<sup>4</sup>

Unit Weight : 177 kg/m

Section Modulus (Z) : 3030 cm<sup>3</sup>

Young modulus (E) : 2100000 kg/cm<sup>2</sup>

Yield Strenth ( $f_y$ ) : 2100 kg/cm<sup>2</sup> (BJ 52)

$$1/r \leq 20 \quad \sigma_{tk} = 2100 \text{ kg/cm}^2$$

$$20 < 1/r < 93 \quad \sigma_{tk} = 6700 - 8.4 (1/r - 20) \text{ kg/cm}^2$$

$$1/r \geq 93 \quad \sigma_{tk} = 2100000 / (2100 + (1/r)^2) \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Poisson ratio } \mu = 0.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Modulus young } E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

#### Kualitas Material

$$E_b = 6700 \sqrt{\sigma_{tk}} \text{ (PBI 1971 Tabel 11.1.1)}$$

$$= 6700 \sqrt{300}$$

$$= 110.851,2517 \text{ kg/cm}^2$$

$$1/r \geq 93 \quad \sigma_{tk} = 2100000 / (6700 + (1/r)^2) \text{ kg/cm}^2$$

$$= 2100000 / (110.851,2517)$$

$$= 18,940 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma'_{b}$  = Tegangan tekan beton akibat lentur tanpa dan atau dengan gaya normal tekan

$$= 0,33\sigma'_{bk} \text{ (Tabel 4.2.1)}$$

$$= 0,33 \times 300 = 99,0 \text{ kg/cm}^2$$

$\tau'_{bb}$  = Tegangan geser beton

$$= 0,54 \sqrt{\sigma'_{bk}} \text{ (Tabel 4.2.1)} \quad 400$$

$$= 0,54 \sqrt{300} = 115,5 \text{ kg/cm}^2$$

#### Perencanaan Fender

Fender merupakan system konstruksi yang dipasang di depan konstruksi tambahan. Berfungsi sebagai penahan beban tumbukan kapal pada waktu merapat serta memindahkan beban akibat tumbukan menjadi gaya reaksi yang mampu diterima konstruksi dan kapal secara aman.

#### Perhitungan Energi Fender

Keperluan fender bagi suatu dermaga sangat bergantung dari ukuran dan kecepatan kapal yang merapat. Pada saat kapal menabrak konstruksi tambatan, ada energy kinetik tumbukan yang harus diabsorpsi dan ditransfer menjadi gaya horisontal yang harus mampu ditahan oleh bangunan dermaga. Dalam menghitung fender terlebih dahulu dihitung energi yang bekerja pada fender.

Dimana :

#### Koefisien massa hidrodinamis (CH)

$$C_H = 1 + \frac{2D}{B}$$

$$= 1 + (2 \times 8.1/18.7) = 1,449$$

#### Koefisien eksentrisitas (CE)

$$1,265$$

#### Koefisien bantalan (CC)

$$Cc = 1$$

#### Koefisien kehalusan (CS)

$$Cs = 1$$

#### Displacement Tonage

$$Ws = 10.000 \text{ ton}$$

#### Kecepatan kapal saat merapat

$$V = 0,1 \text{ m/s}$$

➤ Jadi energy pada fender

$$E_f = \frac{C_H \cdot C_E \cdot C_C \cdot C_S \cdot \left( \frac{1}{2} W \cdot V^2 \right)}{g} [\text{ton} - \text{m}]$$

$$= (1,449 \times 1,265 \times 1 \times 1 (0.5 \times 10000 \times 0.1^2)) / 9.81$$

$$= 9.342 \text{ ton.m} = 93 \text{ kN.m}$$

#### Pemilihan Tipe Fender

Setelah perhitungan energi tumbukan yang timbul dapat ditentukan, selanjutnya dilakukan pemilihan type Fender Rubbing Material V500 H, 1000L.

Bila energy fender 93 kN.m, dalam kondisi terkritis fender harus mampu menerima energy 93 kN.m/0,427 m = 217,799 kN.m. yaitu saat tidak semua fender mengenai badan kapal. Untuk Ef yang ditimbulkan akibat tumbukan bulk coal cargo ship 10.000 DWT dalam kondisi kritis sebesar 217,799 kN.m maka tipe fender yang dapat dipilih adalah bentuk dengan data-data sebagai berikut :

$$\text{Energi fender} = 222 \text{ kN.m} > 217,799 \text{ kN.m}$$

$$\text{Reaksi fender} = 529 \text{ kN} = 52,9 \text{ ton}$$

$$\text{Berat fender} = 325 \text{ kg/m}$$

$$\text{Defleksi} = 52,5 \%$$

$$\text{Tinggi fender} = 500 \text{ mm}$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil peninjauan topografi daerah Di Sungai Negara yang ada di Bangun Pelabuhan Tapin Coal Terminal dan jenis kapal yang akan dilayani serta berdasarkan tanah dasar yang di uji, maka dalam perencanaan ini dipilih dermaga tipe pier atau jetty
2. Setelah perhitungan energi tumbukan yang timbul dapat ditentukan, selanjutnya dilakukan pemilihan type Fender Rubbing Material V500 H, 1000L .Maka bila energy fender 93 kN.m, dalam kondisi terkritis fender harus mampu menerima energy 93 kn.m/0,427 m = 217,799 kN.m. Data – data fender sbb: Dari hasil perhitungan pembebanan didapat beban :

Dimensi Tiang :

Diameter (D) : 609 mm

Tebal (t) : 12 mm

Luas (A) : 225,3 cm<sup>2</sup>

Momen Inersia (I) : 101000 cm<sup>4</sup>

Berdasarkan Keadaan Gaya tarik dan gaya Geser didapatkan hasil:

$$Tu_{max} = 35342,857 \text{ kg} > Td = 38953,125 \text{ kg (OK)}$$

$$Tu_{max} = 35342,857 \text{ kg} < Td_{ulir} = 51937,5 \text{ kg (OK)}$$

Maka berdasarkan diatas, Gaya dan moment yg bekerja memenuhi syarat.

## SARAN

1. Untuk merencanakan struktur dermaga perencana harus memperhatikan dimensi balok, plat lantai, pile cap serta

memperhatikan mutu beton dan mutu baja yang akan digunakan mengingat struktur dermaga berhubungan langsung dengan air.

2. Dalam pemilihan tipe dermaga perencana hendaknya mengenal lokasi dan mengetahui kondisi topografi dan karakteristik kapal yang akan bersandar pada struktur dermaga.

## DAFTAR PUSTAKA

**Djaya Rachman**, 1989, *Cara menghitung Pasang Surut Laut dengan Metode Admiralty, Penelitian dan Pengembangan Oceanologi, Asean- Australia*.

**Triatmodjo, Bambang**. 2003. *Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta

**Triatmojo, B.**, 1999, *Teknik Pantai*, Beta offset

**Dipohusodo Ir. Istimawan** *Struktur Beton Bertulang*, (1994), Penerbit PT Gramedia

**Alonzo DeF Quinn**, (1972), *Design & Construction of Ports & Marine Structures*, Penerbit Mc Graw Book Company

**SNI 1726-2002**, *Standart Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur bangunan Gedung*,

**SNI 03-2847-2002**, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*,

**SNI 03-1726-2003**: *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional, Bandung, 2003.

**BS 6349-2: 1988 Code of Practice for Maritime Structures Part 2:**